© О.А. Генева, 2007

УДК 622.33:51.001.572:502

О.А. Генева

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОВЛЕЧЕНИЯ В ХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ОБОРОТ НИЗКОСОРТНЫХ УГЛЕЙ ВОСТОЧНОГО ДОНБАССА

В настоящее время развитие экономики России сдерживается как целым рядом организационно-экономических факторов, так и имеющимся энергодефицитом в отдельных регионах страны. В этих условиях повышается значимость угольной промышленности, как основы энергетической безопасности, особенно в традиционных угледобывающих регионах и соседних территориях.

Рост потребления угля сопровождается истощением источников первичной энергии. По мере отработки богатых легкодоступных месторождений в балансе добываемых углей возрастает доля низкосортных углей. За последние 20 лет средняя зольность углей, сжигаемых на ТЭС России, увеличилась с 22,4 до 29,5 %, а по отдельным регионам достигла 40 %. Рост негативного влияния энергетики на региональные и глобальные экологические процессы привел к тому, что к золо- и серосодержащему сырью и топливу, в частности, углям предъявляют все более жесткие требования по содержанию в них сернистых соединений. Так, во многих странах мира введены ограничения по использованию угольного топлива с высоким содержанием серы.

Значительная часть добываемых в России углей входит в категорию сернистых (S = 1-2 %) или высокосернистых (S > 2%). К ним относятся все угли, добываемые в европейской части России: донецкий (3-4 %), подмосковный (3-4 %), а также угли ряда месторождений Урала. Сжигание подобных углей на ТЭС сопровождается недопустимо высокими выбросами в атмосферу оксидов серы, в результате которых концентрации SO_x в приземном слое воздуха в несколько раз превышают ПДК.

Особенно сильно эти проблемы проявились в Восточном Донбассе. В настоящее время в регионе действуют Новочеркасская, Шахтинская, Красно-Сулинская и Каменская тепловые электростанции, с суммарной установленной мощностью 3195 МВт. В энергетику региона направляется более 55 % товарного угля шахт Восточного Донбасса, из них 20-22 % на Новочеркасскую ГРЭС, на долю которой приходится 70 % вырабатываемой мощности. Валовой выброс загрязняющих веществ по "НчГРЭС" составил более 131 тыс. т, в том числе: твердые 37,60 тыс.т (28,7 %), газообразные 93, 82 тыс.т (71,3 %) из них: диоксид серы - 50,7 %; оксид углерода - 2,1 %; оксиды азота - 18,5 %.

В настоящее время дефицит электроэнергии в Ростовской области около 2,0 млрд кВтч., его покрытие в ближайшей

перспективе возможно только за счет дополнительных объемов использования углей. В тоже время Восточный Донбасс характеризуется целым комплексом проблем, без решения которых не возможно эколого-экономически устойчивое развитие угледобычи. Поэтому необходим учет экономических, социальных и экологических последствий вовлечения в хозяйственный оборот низкосортных углей с полной оценкой затрат, выгод и рисков через систему соответствующих показателей.

Разрабатываемые подходы учитывают прогноз спроса и предложения в энергетике Восточного Донбасса, а также отечественный и зарубежный опыт вовлечения в хозяйственный оборот низкосортных углей, в том числе с учетом обогащения и технологий снижения негативного влияния на окружающую среду их использования. Рядовой уголь и обогащенные угли поступают на экспорт, в систему ЖКХ и населению, а также в наибольшем объеме для сжигания на теплоэлектростанциях региона. При сжигании углей значительная часть сернистых соединений превращается в двуокись серы (сернистый газ), которая вредно действует на здоровье человека, отравляет атмосферу, вызывает коррозию металлов. Сера сни-жает экономическую ценность технологического топлива, ухудшает качество конечных продуктов его переработки. Вместе с тем некоторые сернистые соединения, выделенные из углей перед их использованием, могут быть применены в других отраслях экономики (например, колчеданная сера может быть использована в качестве сырья для сернокислотного производства).

Анализ показывает, что для выбора эколого-экономически эффективных вариантов разработки и использования низкосортных углей требуется соразмерить затраты по всем предприятиям комплекса разработки и использования угля и складирования породы, обогащения и хранения отходов, выработки электроэнергии и складирования отходов в золоотвалы. В этот комплекс должны включаться предприятия по переработке и утилизации отходов добычи, обогащения и сжигания угля, что позволяет не только уменьшить загрязнение и отчуждение земель под складирование отходов, но и получить дополнительную продукцию и прибыль.

Таким образом, основная идея такого подхода заключается в нахождении вариантов разработки и использования низкосортных углей, обеспечивающих получение оптимального качества угля, поставляемого на ТЭС, по выбранному критерию при минимальном ущербе для окружающей среды. При этом следует учесть прибыль от реализации продукции из отходов производства, предотвращение ущерба от загрязнения окружающей среды. В связи с вышеизложенным, эколого-экономи-ческую оценку эффективности вариантов разработки и использования низкосортных углей Восточного Донбасса следует осуществлять посредством экономико-математичес-кой модели. В качестве критерия целевой функцией выступает эколого-экономическая эффективность, как отношение эффектов от рационального использования низкосортных углей к эколого-экономическим затратам и издержкам. Данная модель имеет следующий вид:

$$ЭЭ_j = \sum_t \left[\frac{\sum_l \sum_i (Ц_{jlti} - C_{jlti}) \cdot V_{jlti} + V^E_{jlti} Э^E_{jlti}}{\sum_l \sum_i З^ш_{jlti} V^ш_{jlti} + З^{оф}_{jlti} V^{оф}_{jlti} + З^{ТЭС}_{jlti} V^{ТЭС}_{jlti} + З^к_{jlti} V^к_{jlti} + Э_{jlti}} + Э^p_{jt} \cdot_{\Delta} V_{jt} \right] \times$$

$$\times d_t \cdot \gamma \to \max \qquad (1)$$

где j – индекс варианта вовлечения в хозяйственный оборот низкосортных углей Восточного Донбасса; t – индекс года; l – индекс направления использования низкосортных углей Восточного Донбасса; i – индекс угледобывающего предприятия; ЭЭ – эколого-экономическая эффективность вовлечения в хозяйственный оборот низкосортных углей Восточного Донбасса, доли ед.; *Ц* – цена по направлению использования угля, руб./т.; *С*– себестоимость разработки и использования угля, руб./т.; *V* – объем разработки и использования угля, тыс. т.; V^E – объем дополнительно реализуемых или используемых природных ресурсов и сопутствующих элементов, т (га, м^3); $Э^E$ – доход от реализации или использования природных ресурсов и сопутствующих элементов, руб./т (га, м^3); $Э^p$ – региональный эффект от прироста углепотребления, руб./т; ΔV – прирост углепотребления, руб./т; $З^ш$ – затраты по добыче угля, руб./тыс. т; $V^ш$ – объем добычи угля, т; $З^{оф}$ – затраты по обогащению углей, руб./тыс.т; $V^{оф}$ – объем обогащения угля, т; $З^{ТЭС}$ – затраты по тепловым электростанциям, руб./ т.; $V^{тэс}$ – объем использования угля на ТЭС, тыс. т; $З^к$ – затраты по использованию углей на котельных, руб./т; $V^К$ – объем использования угля на котельных, тыс.т; *Э* – экологические издержки, тыс. руб.; d – коэффициент дисконтирования.

Представленная модель может быть реализована при выполнении ряда ограничений:

- по горно-геологическим факторам:

$$\sum_t \sum_i V^ш_{jtli} \le V^З \qquad (2)$$

$$\frac{\sum_l \sum_i V_{jtli}}{V^ш_{jtli}} \ge 1 - Z \qquad (3)$$

- по экологическим факторам:

$$\frac{EZ_t}{Z_{t-1}} \ge 1 \qquad (4)$$

$$\frac{EK_t}{EK_{t-1}} \ge 1 \qquad (5)$$

$$\frac{OE_t}{OE_{t-1}} \le 1 \qquad (6)$$

$$\frac{S_t}{S_{t-1}} \le 1 \qquad (7)$$

- по экономическим факторам:

$$\sum_l \sum_i V_{jtli} \le \sum_l V^c_{lt} \qquad (8)$$

$$Ц_{jlti} \le Ц_{lti} \qquad (9)$$

где $V^З$ – объем подготовленных к разработке запасов, т; V^c – объем платежеспо-

$$\sum_t \frac{\sum_l \sum_i (З^ш_{jtli} \cdot V^ш_{jtli} + З^{оф} V^{оф} + З^{ТЭС} V^{ТЭС} + З^к V^к + CV}{\sum_l \sum_i (Ц - C) V_{jtli}} \le 1 \qquad (10)$$

собного спроса на угли Восточного Донбасса, т; Z – средняя зольность углей, доли ед.; S – общая площадь земель, нарушенная при добычи и использовании углей Восточного Донбасса, га.

Предложенная методология, основанная на общепринятых методах оценки инвестиционных проектов может быть использована при оценке эколого-экономической эффективности вовлечения в хозяйственный оборот высокосернистых углей Восточного Донбасса и разработке соответствующих рекомендаций. Экономико-математическая модель позволяет осуществить выбор рационального варианта развития угледобывающего производства с учетом устранения негативных последствий использования высокосернистых углей.

Коротко об авторах

Генева Оксана Александровна – аспирантка, Московский государственный горный университет.

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	*Название работы*	*Специальность*	*Ученая степень*
ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН			
ЛИСТОПАД Геннадий Геннадьевич	Повышение эффективности скважинной отбойки на карьерах при использовании смесевых ВВ местно-го изготовления и систем неэлектрического инициирования зарядов	25.00.20	к.т.н.
ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ			
ФЕДОТОВ Павел Константинович	Оптимизация процесса дезинтеграции руды в слое частиц	25.00.13	к.т.н.